

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-245383

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl.

G11B 7/26

(21)Application number : 08-051333

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 08.03.1996

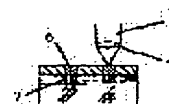
(72)Inventor : KATO KEIZO  
UENO TAKUMI  
ANDO TETSUO

## (54) PRODUCTION OF OPTICAL MASTER DISK

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form groove pits which are stable to a fluctuation in film thicknesses and are made finer by forming a photoresist film and a color fadable film on the surface of a glass substrate and exposing pit patterns thereto.

SOLUTION: The photoresist film 2 is applied on the surface of the flat glass substrate 1 polished with high accuracy and is subjected to a heat treatment. The color fadable film 3 is further applied thereon after cooling and a heat-treated. The concentric pit patterns are then exposed thereon by an optical disk exposure device. The exposure is executed by condensing the collimating beams 5 on an Ar laser beam to a condenser lens 4 and irradiating the color fadable film 3 and the photoresist film 2 with a laser spot. The color fadable film 3 induces photoreaction only in the irradiated parts, thereby forming color fading 6 and allowing the transmission of the beams. At this time, the film thickness D of the color fadable film 3 and the photoresist film 2 is formed within the range of the equation when the wavelength of the laser beam 5 is defined as  $\lambda$  and the numerical aperture of the condenser lens 4 as NA. The laser spot transmitted through the film forms a latent image 7 on the photoresist film 2 and forms rugged pits 8 after the development. As a result, the groove pits which are stable to the fluctuation in the film thickness and are made finer are formed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The process which applies a positive-type photoresist on a glass substrate, and the process which heat-treats this photoresist film, A laser beam is carried out to the process which applies and heat-treats photofading nature material on this photoresist film with a condenser lens at a laser spot. In the manufacture method of the optical disk original recording which consists of the process which exposes the pit of an optical disk, and the slot for tracking on this photoresist film using the laser spot, and the process developed, rinsed and dried The manufacture method of the optical disk original recording characterized by forming the wavelength of laser in  $1/2 \times 1/2.5 \times \lambda / (NA)$   $2 \leq D \leq 1/2 \times \lambda / 2$  when the thickness D of photofading \*\*\*\* and a photoresist film sets numerical aperture of  $\lambda$  and a condenser lens to NA.

[Claim 2] This photofading \*\*\*\* formed on the aforementioned photoresist film is the manufacture method of the optical disk original recording according to claim 1 characterized by being the optical density whose initial permeability it is a nitrene compound or diazonium salt system material, and is 20% or less.

[Claim 3] The manufacture method of the optical disk original recording according to claim 2 characterized by forming water-soluble polyvinyl alcohol between the aforementioned photoresist film and this photofading \*\*\*\*, and exposing with the aforementioned photoresist film and this photofading \*\*\*\*.

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the manufacture method of the suitable optical disk original recording for formation of the pit where the pattern size in an only for [ reproduction ] type optical disk and a recordable type optical disk is small, and a slot.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally the master-ring process as shown in drawing 3 (a) - (d) is used for the conventional optical disk original recording. The positive-type photoresist film 2 is applied on the glass substrate 1 which ground the front face with high precision, a laser beam 5 is irradiated in an optical disk aligner after heat treatment at the laser spot which condensed with the lens 4 at the photoresist film 2, the slot and pit pattern on the shape of a concentric circle and a spiral are exposed, a latent image 7 is formed, and the concavo-convex pattern 8 of a slot or a pit is formed in the photoresist film 2 after development, and it heat-treats further and is producing. This is shown in a television society magazine and 183-187 pages (1982) of the 3 volume [ 36th ] No. And an optical disk substrate is produced through processes, such as the La Stampa replication, membrane formation, and a protective coat, from this original recording. According to the quality of the material of membrane formation, the added type of a postscript and a rewritten type are developed as the ROM type only for reproduction, and a recordable medium by the optical disk substrate, and it is used for it in every direction.

[0003] Since the amount of information treated by improvement in the performance of information machines and equipment increased in recent years, the further mass storage is demanded rather than before. Although storage capacity of an optical disk is large capacity, large capacity-ization is demanded further. In order to increase-ize capacity of an optical disk, generally the technique of the densification which narrows a track pitch and makes linear density high is used. However, by this technique, problems, such as an increase in a cross talk, a fall of a tracking signal, and a fall of the modulation factor of a regenerative signal, arise, and practical use is difficult. In order to consider as a practical high-density medium, it is required to also make detailed width of face of a slot or a pit pattern. In order to produce such a high-density optical disk substrate, it is required to form the slot which turned minutely in original recording first, and a pit pattern. About detailed-izing of the pattern formed in original recording, with a patent public presentation common 1-317241 "the optical disk original recording producing method", photofading \*\*\*\* is formed on a photoresist film and the method of improving the intensity distribution of a laser spot using the saturation absorption property of photofading \*\*\*\* is shown.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to the conventional master-ring process, a laser spot irradiates a photoresist, if a latent image is formed and developed to a photoresist, the shape of toothing of a latent image will form and this will serve as a slot and a pit. Since the intensity distribution of a laser spot are Gaussian distribution and the distribution of a latent image also turns into abbreviation Gaussian distribution, it depends for the width-of-face size of a slot or a pit on the diameter of a laser spot. Therefore, in order to make width of face of a slot or a pit detailed, it is making the diameter of a laser spot minute. The diameter of a laser spot is  $\lambda/NA$  when wavelength of  $\lambda$  and a laser spot is set to  $\lambda$  for the numerical aperture of a condenser lens.

[0005] However, even if  $NA$  ( $NA \leq 1$ ) has already used 0.9 or more things and enlarges  $NA$ , it is small.

[ of the grade of an improvement of the diameter of a laser spot ]  $\lambda$  is the wavelength of the light source and it is possible to shorten  $\lambda$ . As the light source for aligners of optical disk original recording, it being horizontal single-mode laser and laser with still more highly efficient properties, such as a life, stability, and a noise, are required of continuous oscillation. Now, the short wavelength laser which fulfills this condition has the thing of a near-ultraviolet region. When the laser of a near-ultraviolet region is used, producing will be difficult for the big lens of NA which can be used in air, and it will wait for future development. Moreover, since it is not visible, difficulty is accompanied by adjustment of the optical system of an optical disk aligner. Therefore, it can be said that it is very difficult to develop the optical disk aligner of short wavelength. As stated above, there are many technical problems in making the diameter of a laser spot minute optically, and immediate solution is difficult.

[0006] There is the method of making detailed the slot using the saturation absorption property of photofading \*\*\*\* and a pit in process. Photofading \*\*\*\* is a property which the photoreaction will arise, fading will progress, light will penetrate if there is much light exposure, fading will not progress if there is little light exposure, and light does not penetrate. When intensity distribution are the laser spots which are Gaussian distribution, the core where intensity is strong penetrates, the skirt section with weak intensity stops penetrating, and the diameter of a laser spot becomes smaller than the time of incidence, and is penetrated. since this laser spot exposes a photoresist film — detailed — the slot and pit of a-izing configuration form However, if the laser spot of an optical disk aligner is converged toward the focus of a condenser lens and a focal plane is passed, it will be spread again and the diameter of a laser spot will become large. In exposure, since the focus of a condenser lens is controlled on the front face of photofading \*\*\*\*, the diffused laser spot is irradiated by the photoresist film. That is, since not the diameter of a laser spot that turned into the photoresist film minutely by photofading \*\*\*\* but the diffused large diameter of a laser spot is irradiated, there is a satisfactory problem in which the slot which fully turned minutely, and a pit are formed. Furthermore, if the thickness of photofading \*\*\*\* is changed, since the diameter of a laser spot which irradiates a photoresist film will also be changed, the slot or pit of a uniform configuration do not form. And when change of thickness is large, neither a slot nor a pit may form. As stated above, there is a trouble which cannot supply stably original recording of the slot which turned minutely, or a pit pattern.

[0007]

[Means for Solving the Problem] It is the purpose that this invention forms stably the small slot and small pit of width of face or a path in original recording using the present optical disk aligner.

[0008] The above-mentioned purpose is attained by forming the thickness of a photoresist film and photofading \*\*\*\* within the depth of focus of the condenser lens of an optical disk aligner. And photofading \*\*\*\* is a nitrene compound or diazonium salt system material, and is set as optical density [ as / whose initial permeability is 20% or less ]. Moreover, in order to raise the application nature of photofading \*\*\*\* to a photoresist film top, it is characterized by having added the process which forms the layer of water-soluble polyvinyl alcohol between a photoresist film and photofading \*\*\*\*, and adding the process made to remove with photofading \*\*\*\* by rinsing before development further.

[0009] If the laser beam of the parallel light which carried out incidence to the condenser lens condenses in a focal position, forms a minute laser spot and separates from a focal position further, it will serve as a laser spot which emitted and spread. However, it is known for within the limits of the depth of focus that the intensity distribution of a laser spot will hardly change. Since a photoresist film can be irradiated without the laser spot which turned minutely by photofading \*\*\*\* when the thickness of a photoresist film and photofading \*\*\*\* carried out within the limits of the depth of focus spreading, the slot and pit which fully turned minutely can be formed. Moreover, since the diameter of a laser spot does not change when change of the thickness of a photoresist film and photofading \*\*\*\* carries out within the limits of the depth of focus, a uniform slot and a uniform pit can be formed stably.

[0010]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, one example of this invention is explained using a drawing.

[0011] Drawing 1 is the schematic diagram of the master-ring process which shows one example of this invention. (a) shows the flat glass substrate 1 which ground the front face with high precision, and prepares the silane coupling layer which raises an adhesive property with a photoresist layer in

the front face. It heat-treats by applying the photoresist film 2 on a glass substrate 1, as shown in (b). MP1400 of a SHIPPURE-company was used for the positive-type photoresist. It heat-treats by applying photofading \*\*\*\* 3 on the photoresist film 2 after cooling, as shown in (c). Next, the slot and pit pattern on the shape of a concentric circle and a spiral are exposed by the optical disk aligner. (d) shows the exposure process of the mastering. The Ar laser 5 condenses with a lens 4, forms a laser spot, and irradiates the laser spot at photofading \*\*\*\* 3 and the photoresist film 2. In photofading \*\*\*\* 3, only the irradiated portion produces the photoreaction, fading 6 is taken, and light comes to penetrate. The transmitted laser spot forms a latent image 7 in the photoresist film 2. A view 2 is a \*\* type view about the flux of light of the laser spot near the focus. The Ar laser beam 5 condenses with a lens 4, and forms a laser spot in the focal position 9. Since the intensity distribution of a laser spot are almost the same within the limits of depth of focus  $\Delta f$  at this time, the diameter of a laser spot does not change. Since the refractive-index difference of air and photofading \*\*\*\* 3 is larger than the refractive-index difference of photofading \*\*\*\* 3 and the photoresist film 2, in automatic focusing of an optical disk aligner, it detects the light reflected on the front face of photofading \*\*\*\* 3, and performs a focus control. That is, the front face of photofading \*\*\*\* 3 is in agreement with the focal position 9 of a lens 4. That is, if the thickness D of photofading \*\*\*\* 3 and the photoresist film 2 is or less  $\Delta f/2$ , it can be exposed in the state where the diameter of a laser spot does not change to the photoresist film 2.  $\Delta f$  is expressed with  $\Delta f = \lambda / 2$ , and is  $\Delta f / 2 = 0.283$  micrometers at the time of  $\lambda = 0.458$  micrometers and  $NA = 0.9$ . The thickness of 0.18 micrometers and the photoresist film 2 set to 0.1 micrometers, and the thickness of photofading \*\*\*\* 3 set it to  $D = 0.28$  micrometers. Using RI-9710C of Hitachi Chemical Co., Ltd., it adjusted to photofading \*\*\*\* 3 so that early optical density might become 20% or less by 0.18-micrometer thickness. After exposure, as shown in a view 1 (e), photofading \*\*\*\* 3 is removed by rinsing, and the front face of the photoresist film 2 is exposed. Then, as shown in (f), negatives are developed by using MP DEBEROPA - of a SHIPPURE-company for a developer, and the concavo-convex slot and concavo-convex pit 8 of a configuration are formed. As a result of measuring the width of face of a slot or a pit 8, there is about 30% of improvement from the conventional method, and the slot and pit which turned minutely were obtained. And as a result of measuring the homogeneity of a circumferential direction, the width-of-face size is almost the same, and has formed uniformly the slot and pit which turned minutely stably.

[0012] Next, the thickness of the photoresist film 2 was formed in 0.1 micrometers, and the thickness of photofading \*\*\*\* 3 was formed in 0.1 micrometers. It is  $D = 0.2$  micrometers. The optical density in early stages of photofading \*\*\*\* 3 was adjusted so that it might become 20% or less, and negatives were exposed and developed by the same method as the above-mentioned, and the slot and the pit were formed. Consequently, the result as the above-mentioned with the same width-of-face size was obtained. If early optical density can be adjusted to 20% or less even if it forms the thickness of photofading \*\*\*\* 3 more thinly than 0.1 micrometers, the slot and pit which turned minutely can be formed. However, with the present material, 0.05 micrometers of the thickness of photofading \*\*\*\* 3 are a limit. Therefore, the minimum of Thickness D is 0.05 micrometer+ photoresist thickness. Although photoresist thickness changes with uses, the thickness in the range of 0.06-1.5 micrometers is used. If 0.06 micrometers was used for photoresist thickness, the minimum of Thickness D is 0.11 micrometers and is set to  $2.5\lambda [1/2 \times 1]/2$ .

[0013] Moreover, in control of automatic focusing of an optical disk aligner, if it controls so that the focal position of a lens 4 is located in a film rather than the front face of photofading \*\*\*\* 3, thickness D of photofading \*\*\*\* 3 and the photoresist film 2 can be made thicker than  $\Delta f/2$ . In this case, when distance between the front face of photofading \*\*\*\* 3 and the focal position 9 of a lens 4 is set to a, it is the relation between  $D \leq \Delta f / 2 + a$ . Moreover, the focal position of a lens 4 is set to  $a = \Delta f / 2$ , then  $D = \Delta f$ , and it becomes the greatest thickness D which can use this invention. The property of photofading \*\*\*\* 3 is a property which absorption increases, so that thickness becomes thick, and initial permeability has the property which becomes small. Initial permeability can form the slot and pit of small width of face for a low. The focal position 9 of a lens 4 was set to  $a = \Delta f / 2$ , the thickness of 0.46 micrometers and the photoresist film 2 was formed in 0.1 micrometers for the thickness of photofading \*\*\*\* 3, and the slot and the pit were exposed and developed. Consequently, the slot and pit which the width-of-face size has improved about 35% from the conventional method and which turned minutely were obtained. In order to raise the application

nature of photofading \*\*\*\* 3 to the photoresist film 2 top, the layer of water-soluble polyvinyl alcohol was made to form between a photoresist film and photofading \*\*\*\*. Thickness could be thin and could be 0.001-0.01 micrometers. Polyvinyl alcohol does not change the intensity distribution of the laser spot which carried out outgoing radiation of photofading \*\*\*\* 3 since the absorption of thickness in an ultraviolet-rays field was thin, and there was almost nothing. Moreover, since it is water-soluble, removing with photofading \*\*\*\* by rinsing is possible, and it is not necessary to newly add a removal process before development. As a result of exposing and developing a slot and a pit by the same method as the above-mentioned, the result as the above-mentioned with the same width-of-face size was obtained.

[0014] this invention is applicable also to the optical disk aligner of other wavelength. Also in this case, it is necessary to make thickness D of photofading \*\*\*\* 3 and the photoresist film 2 smaller than  $\Delta f/2$  by the depth of focus based on the wavelength and NA of the optical disk aligner. Photofading \*\*\*\* 3 had a saturation absorption property, although the absorption property changed with wavelength, it is adjusting so that early optical density's may become 20% or less, and the same slot and same pit as the above-mentioned which turned minutely were obtained.

[0015] Still more detailed examination was performed about the depth of focus. If incidence of the Ar laser beam 5 condensed with the lens 4 is carried out to photofading \*\*\*\* 3 from air, refraction will produce it in the interface of air and photofading \*\*\*\* 3. In the case of drawing 2, the angle of refraction of the beam of light of photofading \*\*\*\* 3 becomes small, and the depth of focus becomes long. If the refractive index of air and photofading \*\*\*\* 3 is respectively set to  $n_1$  and  $n_2$ , the depth of focus will be set to  $n_2/n_1 \Delta f$ . The refractive index of air is 1, and since photoresist film 2 refractive index which reaches photofading \*\*\*\* 3 is about 1.6, the depth of focus becomes long about 1.6 times. However, the intensity distribution of the laser spot of a position which are distant from the focal position of a lens 4  $\Delta f/2$  show the distribution with which the intensity distribution of an incident light differ from Gaussian distribution, then the intensity distribution of a focal position a little, and become smaller than the time of main intensity being a focal position. Moreover, it is expected that the diameter of a laser spot becomes about 1.4 times as large as the time of a focal position. Now, the slot or pit which turned minutely cannot be formed. When the flare of the diameter of a laser spot examined the position which is less than 10%, the focal position showed that it was the position of  $1/1.4 \Delta f/2$ . The depth of focus of synthesis in consideration of the increase in the depth of focus by the refractive index and reduction of the depth of focus by the flare of the diameter of a laser spot is  $1.4 \Delta f [1.6/]/2$ . Therefore, Thickness D can form the slot and pit which turned minutely or less  $1.6/1.4 \Delta f/2$ .

[0016]

[Effect of the Invention] As explained above, in the original recording of an optical disk, the slot and pit where the width-of-face size turned minutely can be formed by \*\*\*\*ing the thickness of photofading \*\*\*\* and a photoresist film within the limits of the depth of focus of the narrowing-down lens of an optical disk aligner. Moreover, within the limits of the depth of focus, since the intensity distribution of a laser spot do not change, even if there is thickness change, the slot and pit of the almost same width of face can be formed stably.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The cross section of a substrate showing the outline of the master-ring process in one example of this invention.

[Drawing 2] The \*\* type view showing the flux of light of a laser spot [ near the focus of the narrowing-down lens of an optical disk aligner ].

[Drawing 3] The schematic diagram of the master-ring process of the conventional example.

[Description of Notations]

1. Glass Substrate for Original Recording
  2. Photoresist
  3. Photofading \*\*\*\*
  4. Condenser Lens
  5. Collimation Light of Ar Laser Beam
  6. Fading Portion of Photofading \*\*\*\*
  7. Latent Image of Photoresist
  8. Concavo-convex Pit after Development
  9. Focal Position of Condenser Lens
- $\Delta f$  The depth of focus of a condenser lens  
D Thickness of photofading \*\*\*\* and a photoresist.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

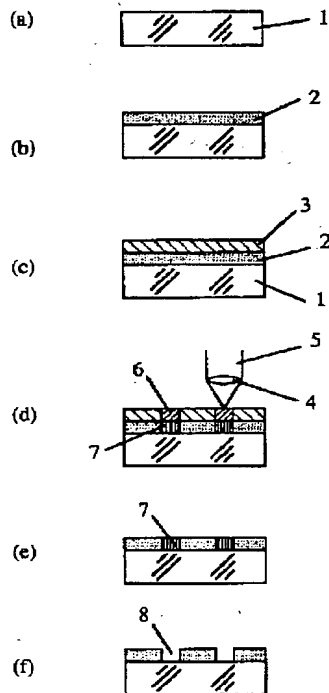
2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

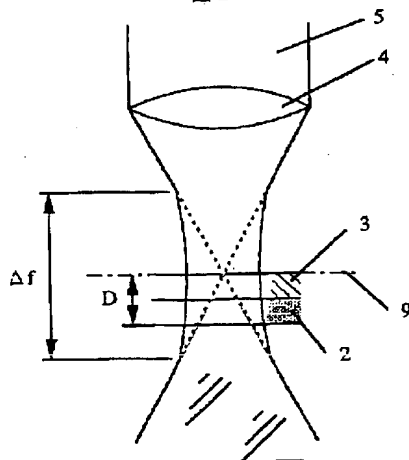
[Drawing 1]

図 1



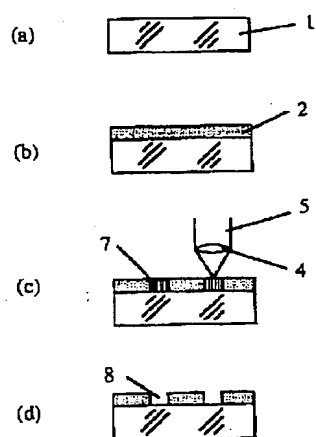
[Drawing 2]

図 2



[Drawing 3]

図 3



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-245383

(43)公開日 平成9年(1997)9月19日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 7/26	5 0 1	8940-5D	G 1 1 B 7/26	5 0 1

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-51333

(22)出願日 平成8年(1996)3月8日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72)発明者 加藤 恵三

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 上野 巧

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

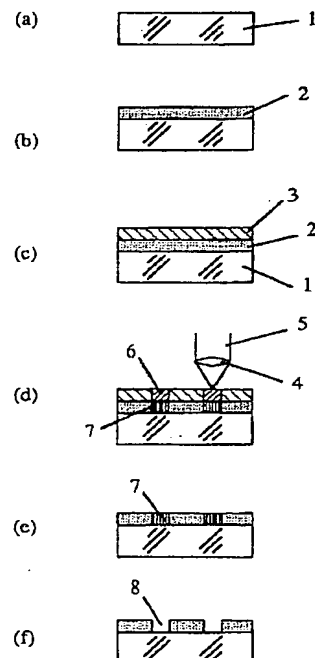
(54)【発明の名称】 光ディスク原盤の製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【解決手段】 ガラス基板1上にホトレジスト膜2を塗布し、さらに光退色性膜3を形成し、光ディスク露光装置で溝やピットパターンを露光する。その際に、ホトレジスト膜2と光退色性膜3との膜厚Dを光ディスク露光装置の集光レンズの焦点深度以内の膜厚にする。露光後、水洗で光退色性膜3を除去し、ホトレジスト膜2の露光部を現像液で除去し、溝やピットをホトレジスト膜2に形成する。

【効果】 ホトレジスト膜2と光退色性膜3との膜厚Dが光ディスク露光装置の集光レンズの焦点深度以内であるため、光退色性膜3で微小化したレーザスポットを広げることなくホトレジスト膜2に照射できるので、微細な溝やピットを形成できる。また、集光レンズの焦点深度では、レーザスポット径が変化しないので、膜厚Dが変動してもホトレジスト膜2に形成する溝やピットの形状は、変化なく、均一な形状を形成できる。

図1



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ガラス基板上にポジ型ホトレジストを塗布する工程と、該ホトレジスト膜を熱処理する工程と、該ホトレジスト膜上に光退色性材料を塗布し熱処理する工程と、レーザ光を集光レンズでレーザスポットにし、そのレーザスポットを用いて光ディスクのピットおよびトラッキング用の溝を該ホトレジスト膜に露光する工程と、現像・水洗・乾燥する工程から成る光ディスク原盤の製造方法において、光退色性膜とホトレジスト膜との膜厚Dが、レーザの波長を $\lambda$ 、集光レンズの開口数をNAとした時、

$$1/2 \times 1/2 \cdot 5 \times \lambda / (NA)^2 \leq D \leq 1/2 \times \lambda / (NA)^2$$

の範囲で形成したことを特徴とする光ディスク原盤の製造方法。

【請求項2】前記ホトレジスト膜上に形成する該光退色性膜は、ニトロ化合物またはジアゾニウム塩系材料であり、初期透過率が20%以下である光学濃度であることを特徴とする請求項1記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項3】前記ホトレジスト膜と該光退色性膜の間に水溶性のポリビニルアルコールを形成し、前記ホトレジスト膜と該光退色性膜とともに露光を行なうことを特徴とする請求項2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項4】ガラス基板上にポジ型ホトレジストを塗布する工程と、該ホトレジスト膜を熱処理する工程と、該ホトレジスト膜上に光退色性材料を塗布し熱処理する工程と、レーザ光を集光レンズでレーザスポットにし、そのレーザスポットを用いて光ディスクのピットおよびトラッキング用の溝を該ホトレジスト膜に露光する工程と、現像・水洗・乾燥する工程から成る光ディスク原盤の製造方法において、ホトレジスト膜と光退色性膜の間に水溶性のポリビニルアルコールを形成し、ホトレジスト膜と該光退色性膜とともに露光を行ない、光退色性膜とホトレジスト膜およびポリビニルアルコールの膜厚Dが、レーザの波長を $\lambda$ 、集光レンズの開口数をNAとした時、

$$1/2 \times 1/5 \times \lambda / (NA)^2 \leq D \leq 1/2 \times \lambda / (NA)^2$$

の範囲で形成したことを特徴とする光ディスク原盤の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、再生専用型光ディスク、および記録可能型光ディスクにおけるパターンサイズの小さいピット及び溝の形成に好適な光ディスク原盤の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の光ディスク原盤は、一般に、図3(a)～(d)に示すようなマスターリングプロセスを

## 2

用いている。表面を高精度に研磨したガラス基板1上にポジ型ホトレジスト膜2を塗布し、熱処理後、光ディスク露光装置において、レーザビーム5をレンズ4で集光したレーザスポットでホトレジスト膜2に照射し、同心円状あるいは螺旋上の溝やピットパターンを露光して潜像7を形成し、現像後、ホトレジスト膜2に溝やピットの凹凸パターン8を形成し、さらに熱処理を行なって作製している。このことは、テレビジョン学会誌、第36巻第3号183～187頁(1982年)に示されている。そして、光ディスク基板は、この原盤からスタンパ・レブリケーション・成膜・保護膜等の工程を経て作製される。光ディスク基板には、成膜の材質によって再生専用のROM型、記録可能な媒体として追記型・書換え型が開発され、各方面で利用されている。

【0003】近年、情報機器の性能の向上により扱う情報量が増加したため、従来よりもさらに大容量の記憶媒体が要求されている。光ディスクは記憶容量が大容量であるが、さらに大容量化が要望されている。光ディスクの容量を増大化するには、トラックピッチを狭くし線密度を高くする高密度化の手法が一般に用いられる。しかし、この手法では、クロストークの増加、トラッキング信号の低下、再生信号の変調度の低下等の問題が生じ、実用的な使用が困難である。実用性のある高密度な媒体とするには、溝やピットパターンの幅も微細化することが必要である。このような高密度の光ディスク基板を作製するには、まず原盤において微細化した溝やピットパターンを形成することが必要である。原盤に形成するパターンの微細化に関して、特許公開平1-317241「光ディスク原盤作製法」では、ホトレジスト膜上に光退色性層を形成し、光退色性層の飽和吸収特性を利用してレーザスポットの強度分布を改善する方法が示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のマスターリングプロセスによれば、レーザスポットがホトレジストに照射し、ホトレジストに潜像を形成し、現像すると潜像の凹凸形状が形成して、これが溝やピットとなる。レーザスポットの強度分布はガウス分布であるから、潜像の分布も略ガウス分布となるから、溝やピットの幅寸法はレーザスポット径に依存する。したがって、溝やピットの幅を微細化するには、レーザスポット径を微小化することである。レーザスポット径は、集光レンズの開口数をNA、レーザスポットの波長を $\lambda$ とすると、 $\lambda/NA$ である。

【0005】しかし、NA( $NA \leq 1$ )はすでに0.9以上のものを使用しており、NAを大きくしてもレーザスポット径の改善の程度は小さい。 $\lambda$ は光源の波長であり、 $\lambda$ を短くすることが考えられる。光ディスク原盤の露光装置用光源としては、連続発振で横単一モードレーザであること、さらに寿命・安定性・ノイズ等の特性が

高性能であるレーザが必要である。この条件を満たす短波長レーザは現在のところ近紫外域のものがある。近紫外域のレーザを用いた場合、空气中で使用できるNAの大きなレンズは作製することが難しく、今後の開発を待つことになる。また、可視でないため光ディスク露光装置の光学系の調整は困難さが伴う。したがって、短波長の光ディスク露光装置を開発することはきわめて困難と言える。以上に述べたようにレーザスポット径を光学的に微小化するには多くの課題があり、早急な解決は難しい。

【0006】プロセス的には、光退色性層の飽和吸収特性を利用した溝やピットを微細化する方法がある。光退色性層は、露光量が多いと光反応が生じ退色が進み光が透過し、露光量が少ないと退色が進まず光が透過しない特性である。強度分布がガウス分布であるレーザスポットの場合には、強度の強い中心部が透過し、強度の弱い裾部が透過しなくなり、レーザスポット径は入射時より小さくなって透過する。このレーザスポットがホトレジスト膜を露光するので、微細化形状の溝やピットが形成する。しかし、光ディスク露光装置のレーザスポットは集光レンズの焦点に向かって収束し、焦点面を通過すると再び拡散し、レーザスポット径は大きくなる。露光においては、光退色性層の表面に集光レンズの焦点を制御するので、ホトレジスト膜には拡散したレーザスポットが照射される。つまり、ホトレジスト膜には光退色性層で微小化したレーザスポット径ではなく、拡散した大きいレーザスポット径が照射されるので、十分に微細化した溝やピットが形成されない問題がある。さらに、光退色性層の膜厚が変動すると、ホトレジスト膜に照射するレーザスポット径も変動するので、均一な形状の溝やピットが形成しない。そして、膜厚の変動が大きい場合には溝やピットが形成しない場合もある。以上に述べたように、微細化した溝やピットパターンを原盤を安定に供給できない問題点がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、現状の光ディスク露光装置を用いて、幅や径の小さい溝やピットを原盤に安定に形成することが目的である。

【0008】上記目的は、ホトレジスト膜と光退色性層の膜厚を光ディスク露光装置の集光レンズの焦点深度以内に形成することにより達成される。そして、光退色性層は、ニトロ化合物またはジアゾニウム塩系材料であり、初期透過率が20%以下であるような光学濃度に設定する。また、ホトレジスト膜上への光退色性層の塗布性を向上させるために、ホトレジスト膜と光退色性層の間に水溶性のポリビニールアルコールの層を形成する工程を加え、さらに現像前に水洗で光退色性層とともに除去させる工程を加えたことを特徴とする。

【0009】集光レンズに入射した平行光のレーザ光は、焦点位置に集光して微小なレーザスポットを形成

し、さらに焦点位置から離れると発散して広がったレーザスポットとなる。しかし、焦点深度の範囲内では、レーザスポットの強度分布がほとんど変化しないことが知られている。ホトレジスト膜と光退色性層の膜厚が焦点深度の範囲内にすることにより、光退色性層で微小化したレーザスポットが拡がることなくホトレジスト膜を照射することができるので、十分に微細化した溝やピットを形成することができる。また、ホトレジスト膜と光退色性層の膜厚の変動が焦点深度の範囲内にすることにより、レーザスポット径が変化しないので、均一な溝やピットを安定に形成できる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図面を用いて説明する。

【0011】図1は、本発明の一実施例を示すマスターリングプロセスの概略図である。(a)は表面を高精度に研磨した平坦なガラス基板1を示し、その表面にはホトレジスト層との接着性を向上させるシランカップリング層を設ける。ガラス基板1上には、(b)に示すようにホトレジスト膜2を塗布し、熱処理を行なう。ポジ型ホトレジストには、シップレー社のMP1400を用いた。冷却後、(c)に示すようにホトレジスト膜2上に光退色性膜3を塗布し、熱処理を行なう。次に、光ディスク露光装置により同心円状あるいは螺旋上の溝やピットパターンを露光する。(d)はそのマスターリングの露光工程を示す。Arレーザ5はレンズ4で集光してレーザスポットを形成し、そのレーザスポットを光退色性膜3とホトレジスト膜2に照射する。光退色性膜3では、照射された部分だけが光反応を生じて退色6し、光が透過するようになる。透過したレーザスポットは、ホトレジスト膜2に潜像7を形成する。第2図は、焦点近傍のレーザスポットの光束に関する模式図である。Arレーザビーム5はレンズ4によって集光し、焦点位置9にレーザスポットを形成する。この時、焦点深度 $\Delta f$ の範囲内ではレーザスポットの強度分布がほぼ同じであるので、レーザスポット径は変化しない。空気と光退色性膜3の屈折率差は、光退色性膜3とホトレジスト膜2の屈折率差よりも大きいので、光ディスク露光装置の自動焦点では、光退色性膜3の表面で反射した光を検出して焦点制御を行なう。つまり、光退色性膜3の表面がレンズ4の焦点位置9と一致する。つまり、光退色性膜3とホトレジスト膜2との膜厚Dは、 $\Delta f/2$ 以下であれば、ホトレジスト膜2にはレーザスポット径が変化しない状態で露光することができる。 $\Delta f$ は $\Delta f = \lambda / (NA)^2$ で表され、 $\lambda = 0.458 \mu m$ 、 $NA = 0.9$ の時、 $\Delta f/2 = 0.283 \mu m$ である。光退色性膜3の膜厚は $0.18 \mu m$ 、ホトレジスト膜2の膜厚は $0.1 \mu m$ とし、 $D = 0.28 \mu m$ とした。光退色性膜3には、日立化成社のRI-9710Cを用い、 $0.18 \mu m$ の膜厚で初期の光学濃度が20%以下になるように調

5

整した。露光後、第1図(e)に示すように光退色性膜3を水洗で除去し、ホトレジスト膜2の表面を露出させる。その後、(f)に示すように現像液にシップレー社のMPデベロパーを用いて現像を行ない、凹凸の形状の溝やピット8を形成する。溝やピット8の幅を測定した結果、従来方法より約30%の改善があり、微細化した溝やピットが得られた。そして、円周方向の均一性を測定した結果、幅寸法はほぼ同一であり、微細化した溝やピットを均一に安定に形成できた。

【0012】次に、ホトレジスト膜2の膜厚は0.1  $\mu$ mに形成し、光退色性膜3の膜厚は0.1  $\mu$ mに形成した。D=0.2  $\mu$ mである。光退色性膜3の初期の光学濃度を20%以下になるように調整して、前述と同様の方法で露光し、現像して溝やピットを形成した。その結果、幅寸法は前述と同様の結果が得られた。光退色性膜3の膜厚は0.1  $\mu$ mより薄く形成しても初期の光学濃度を20%以下に調整することができれば、微細化した溝やピットは形成できる。しかし、現在の材料では光退色性膜3の膜厚は0.05  $\mu$ mが限度である。したがって、膜厚Dの下限は、0.05  $\mu$ m+ホトレジスト膜厚 20 である。ホトレジスト膜厚は用途によって異なるが、0.06~1.5  $\mu$ mの範囲にある膜厚が利用される。ホトレジスト膜厚に0.06  $\mu$ mを用いたとすれば、膜厚Dの下限は0.11  $\mu$ mであり、 $1/2 \times 1/2.5 \times \lambda / (NA)^2$ となる。

【0013】また、光ディスク露光装置の自動焦点の制御において、レンズ4の焦点位置が光退色性層3の表面よりも膜中に位置するように制御を行なえば、光退色性膜3とホトレジスト膜2の膜厚Dは、 $\Delta f/2$ より厚くすることができる。この場合、光退色性層3の表面と 30 レンズ4の焦点位置9との間の距離をaとすると、 $D \leq \Delta f/2 + a$ の関係である。また、レンズ4の焦点位置を $a = \Delta f/2$ とすれば、 $D = \Delta f$ となり、本発明を利用できる最大の膜厚Dとなる。光退色性膜3の特性は、膜厚が厚くなるほど吸収が増加する特性であり、初期透過率は小さくなる特性がある。初期透過率は低いほど小さな幅の溝やピットを形成できる。レンズ4の焦点位置9を $a = \Delta f/2$ とし、光退色性膜3の膜厚を0.46  $\mu$ m、ホトレジスト膜2の膜厚を0.1  $\mu$ mに形成して、溝やピットを露光・現像した。その結果、幅寸法が従来方法より約35%改善した微細化した溝やピットが得られた。ホトレジスト膜2上への光退色性層3の塗布性を向上させるために、ホトレジスト膜と光退色性層の間に水溶性のポリビニールアルコールの層を形成させた。膜厚は、薄くてよく、0.001~0.01  $\mu$ mとした。ポリビニールアルコールは紫外線領域における吸収が膜厚の薄いこともあり、ほとんどないので、光退色性層3を射出したレーザスポットの強度分布を変化させることは 40 ない。また、水溶性であるため、現像前に水洗で光退色性層とともに除去することが可能であり、新たに

6

除去工程を付加する必要がない。前述と同様の方法で溝やピットを露光し、現像した結果、幅寸法は前述と同様の結果が得られた。

【0014】他の波長の光ディスク露光装置にも本発明を応用することができる。この場合にも、光退色性膜3とホトレジスト膜2の膜厚Dは、その光ディスク露光装置の波長とNAに基づく焦点深度による $\Delta f/2$ より小さくする必要がある。光退色性膜3は波長によって吸収特性が異なるが、飽和吸収特性があり、初期の光学濃度が20%以下になるように調整することで、前述と同様の微細化した溝やピットが得られた。

【0015】焦点深度に関して、さらに詳細な検討を行なった。レンズ4で集光されたArレーザ光5は、空気から光退色性層3に入射すると空気と光退色性層3の境界面で屈折が生じる。図2の場合には、光退色性層3の光線の屈折角が小さくなり、焦点深度は長くなる。空気と光退色性層3の屈折率を各々 $n_1$ 、 $n_2$ とすると、焦点深度は、 $n_2/n_1 \times \Delta f$ となる。空気の屈折率は1であり、光退色性層3およびのホトレジスト膜2屈折率は約1.6であるから、焦点深度は約1.6倍長くなる。しかし、レンズ4の焦点位置から $\Delta f/2$ 離れた位置のレーザスポットの強度分布は、入射光の強度分布がガウス分布とすれば、焦点位置の強度分布とやや異なる分布を示し、中心強度が焦点位置の時よりも小さくなる。また、レーザスポット径は、焦点位置の時より約1.4倍大きくなると予想される。これでは、微細化した溝やピットが形成できない。レーザスポット径の拡がり 10 が10%以内である位置を検討すると、焦点位置から $i/1.4 \times \Delta f/2$ の位置であることが分かった。屈折率による焦点深度の増加とレーザスポット径の拡がりによる焦点深度の減少を考慮した総合の焦点深度は、 $1.6/1.4 \times \Delta f/2$ である。したがって、膜厚Dは、 $1.6/1.4 \times \Delta f/2$ 以下でも微細化した溝やピットが形成できる。

【0016】

【発明の効果】以上説明したように、光ディスクの原盤において、光退色性膜とホトレジスト膜の膜厚を光ディスク露光装置の絞り込みレンズの焦点深度の範囲内にすることにより、幅寸法が微細化した溝やピットを形成することができる。また、焦点深度の範囲内ではレーザスポットの強度分布が変化しないので、膜厚変動があってもほぼ同一の幅の溝やピットを安定に形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるマスターリングプロセスの概略を示す基板の断面図。

【図2】光ディスク露光装置の絞り込みレンズの焦点近傍におけるレーザスポットの光束を示す模式図。

【図3】従来例のマスターリングプロセスの概略図。

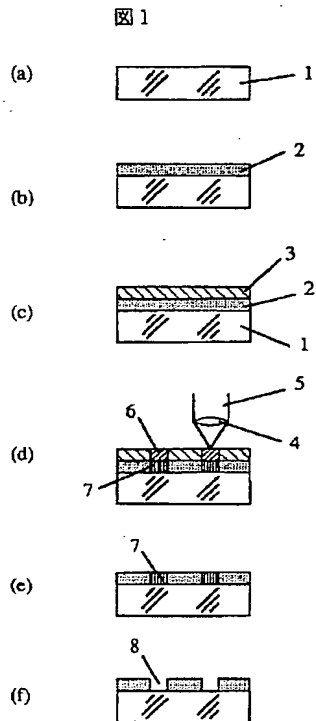
【符号の説明】

1. 原盤用ガラス基板

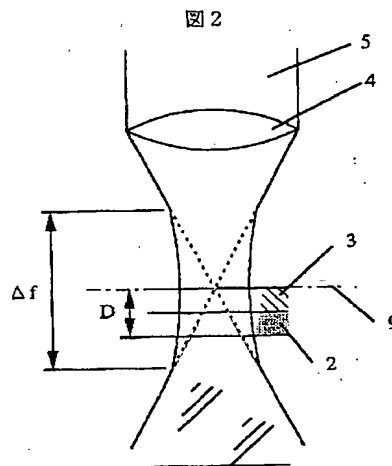
2. ホトレジスト  
 3. 光退色性膜  
 4. 集光レンズ  
 5. Ar レーザ光のコリメート光  
 6. 光退色性膜の退色部分

7. ホトレジストの潜像  
 8. 現像後の凹凸ビット  
 9. 集光レンズの焦点位置  
 $\Delta f$  集光レンズの焦点深度  
 D 光退色性膜とホトレジストとの膜厚。

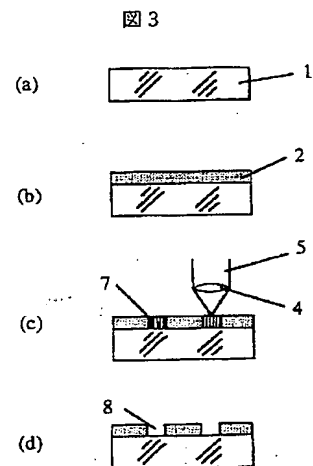
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72) 発明者 安藤 哲生  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内